LE POINT EN RECHERCHE

Septembre 2006 Série technique 06-107

Le programme d'évaluation sur le terrain ēKOCOMFORT^MC

INTRODUCTION

La SCHL, en partenariat avec Ressources naturelles Canada (RNCan), a évalué pendant deux ans le rendement d'un nouveau type de système de CVC (chauffage, ventilation et climatisation).

Le système ēKOCOMFORT^MC combine le chauffage des locaux, le chauffage de l'eau et la ventilation au sein d'un même appareil intégré. Un consortium liant le gouvernement fédéral et le secteur a déterminé des exigences de rendement, a trouvé des produits intégrés respectant ces exigences et les a fait breveter. Des fabricants indépendants canadiens ont conçu et fabriqué des prototypes ou des échantillons de production qui ne respectaient pas toutes les exigences d' ēKOCOMFORT^MC.

OBJECTIFS

Ce programme avait comme objectifs de fournir en temps opportun à des fabricants, au consortium ēKOCOMFORT, à la SCHL et à RNCan des rapports pertinents qui :

- décriraient le rendement des produits ēKOCOMFORT sur le plan de la consommation d'énergie, de la climatisation des locaux, du chauffage de l'eau domestique et de la ventilation;
- évalueraient dans quelle mesure les produits respectent les besoins des propriétaires-occupants en matière de capacité, d'environnement intérieur, de facilité d'utilisation, de problèmes de fonctionnement, de confort, d'utilisation et d'entretien;
- évalueraient la fiabilité des produits;
- estimeraient si les résultats des tests en laboratoire correspondent au rendement réel des produits sur le terrain.

PROGRAMME DE RECHERCHE

Le programme a été élaboré selon une structure ambitieuse et dynamique. Un réseau de relations entre diverses entités a été établi avant et durant la recherche afin de nouer les liens permettant d'assurer la mise en place de l'infrastructure de marché pour cette nouvelle classe de produits au fur et à mesure que leur commercialisation progressait. Cette approche a été mise au point par les intervenants du gouvernement pour encourager l'organisation d'une infrastructure générale et pour contribuer à la création des éléments de cette infrastructure, comme l'installation normalisée, la mise en service, la planification et la documentation.

Le programme comportait jusqu'à 10 emplacements pour chacun des fabricants, chacun des emplacements devant faire l'objet d'une vérification. De plus, chaque fabricant devait désigner l'un de ses emplacements pour y tenir des opérations de surveillance devant servir à effectuer une analyse plus poussée au moyen d'une série d'appareils et d'instruments spécialisés. Certains de ces emplacements étaient « dépendants », c'est-à-dire que des liens familiaux unissaient le fabricant et le propriétaire de l'emplacement évalué.

Les fabricants ont fourni des rapports sur toutes les installations terminées qu'ils désiraient inclure dans le programme. Ces rapports étaient fondés sur un modèle élaboré et fourni par le consortium ēKOCOMFORT. Ils incluaient une variété de renseignements pour chacune des installations, notamment la description de l'emplacement, les mesures prises par le fabricant lors de la mise en service, ainsi que les coordonnées des personnes-ressources pour chacun des emplacements.

Une fois les rapports reçus et examinés, on a pu planifier la vérification des emplacements. Il s'agissait d'inspecter les installations, de rencontrer les propriétaires-occupants, de remettre un registre (qui serait passé en revue lors des vérifications subséquentes) et de mesurer le rendement

Canada

SCHL CMHC
AU CŒUR DE L'HABITATION

des systèmes. Les vérifications avaient principalement pour but d'inspecter et de documenter la méthode d'installation des produits, de prendre un instantané de leur rendement et d'évaluer la capacité du système de combler les besoins du client.

Des enquêtes menées auprès des propriétaires-occupants, des fabricants et des installateurs ont été mises au point et utilisées afin d'enquêter sur :

- les raisons ayant mené au choix des systèmes intégrés;
- les problèmes d'installation et de fonctionnement du système;
- la capacité du système de fournir le rendement énergétique nécessaire;
- les problèmes de fiabilité du système et les exigences d'entretien.

Le programme a commencé à l'automne 2002 et a pris fin à l'été 2004. Les évaluations sur le terrain des produits installés ont commencé aussitôt que les fabricants ont indiqué que les installations étaient prêtes. Autant que possible, les propriétaires-occupants ont été interrogés lors des visites de vérification. Les enquêtes des autres intervenants ont été effectuées ultérieurement.

DESCRIPTION DES EMPLACEMENTS SURVEILLÉS

Voici les caractéristiques générales des emplacements surveillés :

Emplacement A1

Le domicile est un bungalow situé à Hantsport (Nouvelle-Écosse). Il s'agissait de l'une des premières installations réalisées par Nu-Air. Tout au long du programme, la maison a été occupée par deux adultes et deux enfants. Le rapport d'installation de Nu-Air indique que la charge de chauffage nominale est de 12,6 kW, à une température extérieure non précisée. Le guide d'installation indiquait que la charge de chauffage a été calculée en utilisant le document ÉnerGuide pour les maisons. Il s'agissait d'un emplacement avec lien de dépendance.

Emplacement B1

Il s'agit d'une maison individuelle isolée de deux étages située à Windsor Junction (Nouvelle-Écosse). Il s'agissait de l'une des premières installations réalisées par la société Kerr. Tout au long du programme, la maison a été occupée par deux adultes. Le rapport d'installation indique que la charge de chauffage nominale est de 11,6 kW à une température extérieure de 16 °C (3,2 °F). Le rapport d'installation indique « F326-H2K » comme méthode de calcul de la charge de chauffage. Il s'agissait d'un emplacement avec lien de dépendance.

Emplacement C1

Le bâtiment est une maison individuelle isolée de deux étages située à St. Catharines (Ontario). Il s'agissait de l'une des premières installations de produit de Vebteck. Tout au long du programme, la maison a été occupée par deux adultes et trois enfants. Le rapport d'installation ne précisait pas de charge de chauffage de calcul. Cependant, une analyse Hot2000[1] effectuée avant l'installation du système intégré a permis d'estimer la charge de chauffage des locaux à 12,3 kW. Il s'agissait aussi d'un emplacement avec lien de dépendance.

Emplacement D1

Il s'agit d'une grande maison individuelle isolée de deux étages située à Toronto. C'était l'une des premières installations réalisées par la société Tirino. Tout au long du programme, la maison a été habitée par deux adultes et trois enfants, dont deux adolescents. La maison subissait d'importantes rénovations intérieures durant le programme; le rapport d'installation ne précisait pas de charge de chauffage de calcul.

SURVEILLANCE DES EMPLACEMENTS

La trousse d'instruments et l'ensemble d'acquisition de données ont été conçus et fournis par le consortium ēKOCOMFORT. Ils consistaient en :

- deux compteurs d'énergie Kamstrup[MD], chacun comportant un débitmètre, deux sondes de température et un module électronique alimenté par piles;
- 11 thermocouples;
- un compteur électrique en ligne avec émetteur d'impulsions afin de mesurer la consommation d'électricité;
- un relais de temporisation et d'isolement afin de surveiller les opérations d'activation et de désactivation des brûleurs;
- des relais d'état, transmettant les modes de commande et de fonctionnement à l'enregistreur de données;
- un enregistreur de données CR10X de Campbell Scientific[MD]

Les chercheurs ont visité les emplacements tous les 40 jours pour inspecter les installations et recueillir les données. Durant l'inspection, ils demandaient aux locataires (s'ils étaient présents) s'ils avaient quelque préoccupation que ce soit à propos du système. Ils effectuaient une inspection visuelle des systèmes pour détecter tout signe de problème, de fuite, etc. Ils effectuaient également un relevé manuel des compteurs servant à la facturation des services publics et du sous-compteur électrique du système intégré. Durant certaines visites, ils ont également effectué des mesures ponctuelles des températures et des débits des systèmes, ainsi que des tests de rendement de combustion

[1] Les évaluations HOT2000 des emplacements susceptibles d'accueillir les installations ont été fournies par RNCan (sur demande des fabricants) afin de les aider à choisir et à rendre conformes les premiers emplacements hôtes.

PROCÉDURES DE MESURE

Les mesures suivantes étaient prises à chacun des emplacements.

- **Mesure de la combustion**
  Mesure prise à chaque visite afin de vérifier si le système avait été réglé correctement lors de la mise en service et pour détecter les variations de rendement de combustion dans le temps. Pour mesurer les gaz de combustion, les chercheurs utilisaient des appareils Testo^MC à main alimentés par piles.

- **Mesure de l'écoulement de l'air de ventilation**
  Mesure prise aux emplacements un certain nombre de fois. Le débit d'air de ventilation nominal de tous les systèmes intégrés était de 30 L/s en mode continu et de 70 L/s en mode de forte ventilation. Tous les appareils utilisent des conduits de diffusion et d'extraction d'un diamètre nominal de 125 mm (6 po). Certaines des installations ont été réalisées avec des conduits souples.

Durant le programme, diverses techniques et divers instruments ont été essayés afin d'obtenir des mesures de débit d'air de ventilation exactes et reproductibles. Au bout du compte, un vélomètre Alnor^MC a permis d'obtenir des lectures dans les limites acceptables, comparables à celles obtenues à l'aide d'un tube de Pitot et d'un manomètre numérique établissant des valeurs moyennes. Le vélomètre est devenu l'instrument de choix, car il était plus robuste que le manomètre, ne requerrait ni piles ni alimentation et était plus facile à utiliser.

RÉSULTATS DE LA RECHERCHE

Emplacements surveillés

La surveillance des emplacements a permis d'obtenir les résultats suivants :

- **Charges du système et répartition des charges**
  Analyse de la charge quotidienne du chauffage des locaux et de l'eau à chacun des emplacements surveillés et établissement de graphiques de répartition des charges pour chacun des emplacements.

- **Efficacité thermique générale**
  Calculée de façon à ne pas inclure les pertes survenues durant les périodes d'arrêt et de marche qui ne sont pas calculées par le compteur d'énergie.

- **Rendement de combustion**
  Indicateur du rendement du système lorsque le brûleur fonctionnait.

- **Débit d'air de ventilation et efficacité de récupération sensible**
  Pour évaluer l'efficacité de récupération des composants de ventilation des systèmes intégrés.

Le tableau 1 résume le rendement du système intégré à chacun des emplacements.

Paramètre	Emplacement A1	Emplacement B1	Emplacement C1	Emplacement D1
Rendement de combustion (%)[a] [b](dans des conditions relativement stables)	86–88	84–85	90–93	84–86
Efficacité thermique générale (%)[c]	58	72	72	63
Ratio de charge partielle général [d]	0,20	0,29	0,13	0,10
Cycles de brûleur par année [e]	3 520	7 600	n.d.[f]	10 000
Consommation d'eau chaude domestique moyenne (L/jour)	173	272	198	211
Charge énergétique moyenne de chauffage de l'eau (kWh/jour)	10,3	12,5	11,8	9,1
Efficacité de récupération sensible (%)[g]	67	40 [h]	n.d. [i]	60

a Le rendement de combustion, ou « efficacité de la cheminée », mesuré à l'aide des analyseurs portables offre une indication du rendement de combustion du système lorsque celui-ci fonctionne en situation de demande stable. À moins qu'il soit possible de moduler le rendement du brûleur, il s'agit du rendement du système à pleine charge.

b Aucune diminution de l'efficacité de la cheminée n'a été observée dans les emplacements durant le programme d'évaluation

c Calculé pour l'ensemble de la période de surveillance à chacun des emplacements

d Le ratio de charge partielle (RCP) est le rendement moyen du système divisé par la capacité du système indiquée, soit 14 kW

e Un générateur de chaleur type dans une installation résidentielle canadienne a de 8 000 à 9 000 cycles par année (chiffre établi à la suite d'une communication avec le docteur E. Entchev, ACT, RNCan, en 2004)

f Données non disponibles en raison d'une défaillance du relais de l'équipement de surveillance

g Selon les mesures prises lorsque les commandes du système étaient réglées pour fournir un débit de ventilation nominal de 30 L/s

h Les débits d'air du système de ventilation n'étaient pas équilibrés

i Le système de ventilation ne fonctionnait pas en raison d'une défaillance du relais de commande

Tableau 1 — Résumé du rendement

Analyse du rendement en charge partielle

Le processus de normalisation des données de rendement a servi à convertir les données de charge et d'efficacité des systèmes en fractions adimensionnelles. Il est ainsi plus facile de comparer l'information sur le rendement aux données accessibles sur les diverses solutions de rechange.

Dans le cas des systèmes de chauffage, le rendement à charge partielle a été normalisé à l'aide de la procédure et de la terminologie suivantes :

- ratio de charge partielle (RCP) : le rendement énergétique moyen du système divisé par son rendement énergétique à pleine charge;
- facteur de charge partielle (FCP) : l'efficacité du système divisée par son efficacité à pleine charge .

Les données sur la charge et l'efficacité du système ont été évaluées de la façon suivante :

- le rendement énergétique (en kW) du système intégré mesuré à des intervalles choisis a été divisé par son rendement de 14 kW pour obtenir le RCP;
- l'efficacité calculée pour le même intervalle a été divisée par l'efficacité mesurée à l'intervalle précédent avec un rendement énergétique de 14 kW afin d'obtenir le FCP.

Un diagramme de dispersion des données normalisées sur la charge partielle des systèmes intégrés (figure 1) a été utilisé pour intégrer les données de rendement de tous les emplacements surveillés. Chaque point de données représente plusieurs semaines de fonctionnement. Le graphique linéaire de la Figure 1 représente la courbe normalisée du générateur de chaleur à charge partielle utilisée dans le programme informatique DOE-2 permettant de modéliser le rendement de l'équipement de CVC.

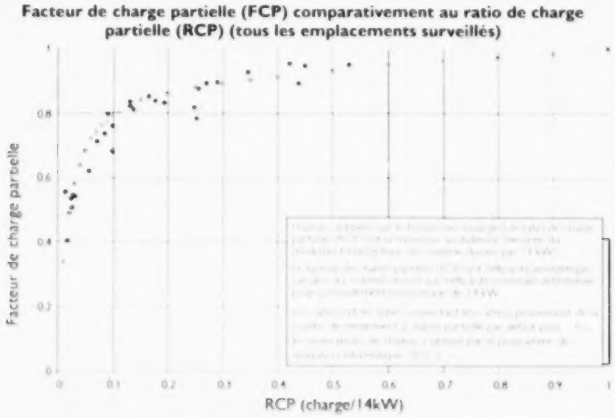

Figure 1 — Facteur de charge partielle (FCP) comparativement au ratio de charge partielle (RCP) des générateurs de chaleur et de l'équipement intégré

L'efficacité des systèmes intégrés à charge partielle a été réduite d'environ la même valeur que les générateurs de chaleur résidentiels lorsque ceux-ci fonctionnent à un facteur de charge partielle équivalent.

RÉSULTATS DES VÉRIFICATIONS

Les vérifications ont permis de détecter des problèmes dans le cas de certaines installations. En voici quelques exemples.

- Les commandes d'activation du mode de ventilation à haute vitesse n'ont pas été installées ou raccordées à plusieurs endroits.
- Les systèmes de ventilation ne fonctionnaient pas parce que les registres n'avaient pas été raccordés correctement. Ce problème a été observé à quelques emplacements.
- À la plupart des emplacements, les débits d'air de ventilation n'étaient pas équilibrés selon les spécifications du fabricant. Ce phénomène peut être causé par le manque de connaissance du fabricant à propos des moteurs de ventilateur programmables à vitesse variable qu'ils ont tous intégrés à leur produit. Les moteurs avaient été programmés en laboratoire pour obtenir le débit désiré à l'aide d'un mode de programmation « à couple constant ». Le programme de moteur utilisé en laboratoire a servi aux premières installations sur le terrain, mais les débits ainsi obtenus étaient différents. La différence de résistance entre les conduits du laboratoire et ceux sur le terrain est à l'origine du problème de débit d'air de ventilation, ainsi que du déséquilibre entre le débit d'air de circulation et le débit d'air de ventilation.

  Certains fabricants utilisent maintenant une procédure de programmation du débit d'air constant plus complexe et fournissent des commandes permettant d'effectuer de petits réglages (± 15 %) sur le terrain sans avoir à reprogrammer les moteurs.
- Deux des produits intégrés n'ont pas fonctionné correctement avec un thermostat de CVC couramment offert sur le marché. Il a donc fallu mettre les commandes à niveau.
- Un système présentait un problème intermittent de verrouillage de nuisance empêchant le brûleur de fonctionner jusqu'à ce que les commandes de verrouillage soient manuellement déverrouillées. Le fabricant a réglé le problème en réalignant ou en remplaçant un composant.
- À deux emplacements, un registre de dégivrage en ligne n'a pas fonctionné, ce qui a désactivé le mécanisme de dégivrage du produit et, en même temps, a déséquilibré le débit d'air de ventilation. Une défaillance à deux emplacements suggère que le moteur du registre n'est peut-être pas assez puissant pour cette application.

RÉSULTATS DE L'ENQUÊTE

La plupart des installations ont été effectuées à des emplacements avec lien de dépendance et, dans de nombreux cas, l'installateur était également le fabricant. Cet état de fait réduit l'efficacité de l'enquête, car on ne pouvait évaluer le succès et la valeur de la publicité et des documents de commercialisation dans le processus de sélection de l'équipement lorsque les emplacements étaient occupés par des employés ou des parents du fabricant déjà acquis à sa cause. De même, il n'a pas été possible d'établir si la documentation de soutien et les manuels de référence accompagnant l'équipement étaient utiles aux installateurs puisque le concepteur ou le fabricant du système s'était lui-même chargé de l'installation.

ENQUÊTE AUPRÈS DES PROPRIÉTAIRES-OCCUPANTS

De façon générale, les propriétaires-occupants étaient satisfaits de leurs systèmes et estimaient bénéficier d'équipement de pointe. Pratiquement tous les propriétaires-occupants ont indiqué qu'ils estimaient avoir remarqué une amélioration de la qualité de l'air de leur maison en raison des fonctions de ventilation intégrées à leur système. Cependant, bon nombre d'entre eux, lorsque la question leur a été posée, ne savaient pas comment régler le débit d'air de ventilation.

Deux des systèmes comportaient des soupapes de mélange anti-brûlure afin de limiter la température de l'eau chaude domestique. Certains des propriétaires-occupants ayant un tel système ont indiqué qu'ils voudraient de l'eau plus chaude. Ils ne savaient pas qu'ils pouvaient régler la température de ces soupapes pour augmenter la température de l'eau.

À un emplacement, le propriétaire-occupant a remarqué une légère baisse de la température de l'eau chaude domestique pendant une courte période, juste après l'installation. Une fois qu'il s'est habitué, il n'a plus perçu cette fluctuation comme un problème.

Parce que les produits installés dans le cadre de ce programme étaient des prototypes ou des modèles en début de production, la documentation complète sur le produit et la documentation de soutien n'étaient habituellement pas disponibles. Un certain nombre de propriétaires-occupants ont indiqué que cela constituait un problème.

ENQUÊTE AUPRÈS DES AUTRES INTERVENANTS (CONSTRUCTEURS ET INSTALLATEURS)

L'enquête a révélé ce qui suit.

- Les installateurs seraient prêts à installer cet équipement (et de l'équipement générique similaire) de nouveau dans d'autres maisons.
- Les installateurs ont besoin de meilleurs diagrammes de filage et d'instructions plus précises pour la mise en service.
- Un constructeur a indiqué que, même si ses clients avaient formulé des commentaires positifs sur la chaleur constante que procure le système et qu'il recommanderait le système à d'autres clients, le système intégré « ne semblait pas aussi simple que les systèmes équivalents à produits individuels ». Il avait l'impression que l'utilisation de ce nouveau système nécessitait plus d'information que les systèmes classiques.
- Un autre constructeur a indiqué que le caractère peu encombrant de « cet appareil tout-en-un offrant un accès facile pour en effectuer l'entretien » était la caractéristique la plus attrayante selon lui.

CONCLUSIONS

Même si quelques installations, mais pas toutes, ont été effectuées à des emplacements sans lien de dépendance avec les fabricants, l'enquête effectuée auprès des propriétaires-occupants a révélé que ceux-ci étaient satisfaits du produit.

Voici quelques conclusions à propos du rendement de l'équipement.

- Les systèmes intégrés installés et surveillés dans le cadre du programme ont fonctionné sans problème grave (malgré certaines petites embûches au départ) et ont fourni facilement le rendement énergétique requis en matière de chauffage des locaux et de l'eau.
- Les mesures prises aux emplacements à l'aide d'appareils pour mesurer l'efficacité des cheminées à évacuer les gaz et d'autres instruments étaient habituellement conformes à celles prises en laboratoire pour des charges similaires.
- Aucun emplacement n'a montré des signes de dégradation du rendement de combustion.
- De manière générale, les systèmes intégrés ont fonctionné à une charge quotidienne moyenne variant entre 10 et 29 % de leur capacité nominale.

- La charge des systèmes a un effet important sur le rendement général des systèmes de CVC intégrés, comme dans le cas de l'équipement de CVC classique. La dégradation du rendement des systèmes à charge partielle est similaire à celle indiquée dans les publications sur l'équipement de CVC classique.

D'autres essais sur le terrain pourraient utiliser une méthode de surveillance plus simple. Les appareils de surveillance de ce programme étaient complexes et se sont avérés difficiles à installer et à mettre en service. Les enregistreurs de données devaient être interconnectés aux commandes des systèmes intégrés par l'entremise de relais isolants. Bien que le câblage d'interconnexion ait été effectué par le fabricant à tous les emplacements, la charge additionnelle occasionnée par ces relais peut avoir contribué au fonctionnement erratique et à la défaillance subséquente du circuit de commandes à semi-conducteurs à l'un des emplacements. En comparaison, le compteur d'énergie à base d'eau s'est avéré assez facile à installer et n'a nécessité aucune source d'alimentation externe ni aucune interconnexion avec les commandes du système. Les compteurs d'énergie ont fonctionné sans problème tout au long du programme.

RÉFÉRENCE

The ēKOCOMFORT™ Field Assessment Program, rapport de Peter Edwards Co. à la SCHL, 2005

Directeur de projet à la SCHL : Bill Semple, Recherchiste principal

Consultants pour le projet de recherche : Peter Edwards Company

Recherche sur le logement à la SCHL

Aux termes de la partie IX de la *Loi nationale sur l'habitation*, le gouvernement du Canada verse des fonds à la SCHL afin de lui permettre de faire de la recherche sur les aspects socio-économiques et techniques du logement et des domaines connexes, et d'en publier et d'en diffuser les résultats.

Le présent feuillet documentaire fait partie d'une série visant à vous informer sur la nature et la portée du programme de recherche de la SCHL.

Pour consulter d'autres feuillets *Le Point en recherche* et pour prendre connaissance d'un large éventail de produits d'information, visitez notre site Web à

www.schl.ca

ou communiquez avec la

Société canadienne d'hypothèques et de logement
700, chemin de Montréal
Ottawa (Ontario)
K1A 0P7
Téléphone : 1-800-668-2642
Télécopieur : 1-800-245-9274

©2006, Société canadienne d'hypothèques et de logement
Imprimé au Canada
Réalisation : SCHL 18-09-06

Bien que ce produit d'information se fonde sur les connaissances actuelles des experts en habitation, il n'a pour but que d'offrir des renseignements d'ordre général. Les lecteurs assument la responsabilité des mesures ou décisions prises sur la foi des renseignements contenus dans le présent ouvrage. Il revient aux lecteurs de consulter les ressources documentaires pertinentes et les spécialistes du domaine concerné afin de déterminer si, dans leur cas, les renseignements, les matériaux et les techniques sont sécuritaires et conviennent à leurs besoins. La Société canadienne d'hypothèques et de logement se dégage de toute responsabilité relativement aux conséquences résultant de l'utilisation des renseignements, des matériaux et des techniques contenus dans le présent ouvrage.

65246